中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）40(4)：407～416（1991）

蕹 菜 水 耕 之 養 液 試 驗

沈 再 發　許 淼 淼

摘要：本試驗爲探討蕹菜水耕適宜養液組成濃度之供給，結果顯示N、P、K、Ca、Mg分別以10、4、7、3、2 me/l產量最高。以不同NO_3/NH_4比例（10：0、8：2、6：4、4：6）行調查結果，顯示NH_4可提高產量，於夏季供給高NH_4時引起培養液pH下降，因此夏季以不高於6：4，而冬季則可提高爲4：6。

關鍵詞：養液栽培、蕹菜

培養液之組成與濃度是養液栽培上重要之關鍵。影響其組成的因素包括：作物之種類和品種、作物之生育階段、環境條件（包括溫度、日照時間、照度）、季節和栽培方式等[4,5,6,21,23]。初期之水耕，由於鐵源以氯化鐵和硫酸鐵，易引起沈澱而招致失敗外，培養液之組成濃度與pH的劇烈變化更是難達實用之原因，因此，供給平衡的培養液是養液栽培成功的重要關鍵。Hoagland[12]從肥沃的土壤溶液之離子組成濃度，建立番茄培養液後廣泛被研究者應用。山崎[7]以胡瓜要素的吸收量，訂出日本園藝試驗場處方達實用化。Cooper[9]多年努力建立番茄之養液薄膜法（N.F.T）理想培養液。Sonneveld[23]等建立多種園藝作物之岩綿栽培養液組成與指標値達實用化。Hewitt[11] 收集世界上著名的培養液160種；其全離子濃度、離子間比率、氮之形態、鹽類之組合等，其組成的內容有很大的差異。惟此類培養液也都集中於溫帶地區之作物爲主，鮮見有熱帶性作物之試驗。有關熱帶地區作物培養液組成之研究報告較少[1,2]，而蕹菜爲暖季作物，是本省主要葉菜類蔬菜之一，溫帶地區並無此研究，而熱帶、亞熱帶地區雖有一般栽培資料，但也未見有關其養液吸收或施肥試驗報告。因此選擇適於熱帶地區栽培的蕹菜爲材料，研究其適當之養液組成與濃度，做爲蕹菜養液栽培之基本資料，供農家之實際應用。

材料與方法

一、供試品種：竹葉種蕹菜（<u>Ipomoea aquatica</u> Forsk）。

二、栽培方法：以浮根式水耕。

三、培養液：

1. 不同培養液濃度對蕹菜扦插生產苗生育之影響

以Hoagland[12]配方爲主，換算成me/l表示，將此培養液做成高濃度之原液，然後以電導度計測定，將原液分成1.0、2.0、3.0mS/cm 和水（0.3mS/cm）四種不同濃度（表1）。將選擇具有同樣大小之蕹菜植株扦插於該類培養液中，然後調查其生育和收穫情形。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1594 號。
2. 本報告NO_3/NH_4比率試驗部分爲NSC78-0409-B055a-03報告。
3. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所分所長和助理，臺灣省　高雄縣　鳳山市。

表1. 蕹菜扦插用之培養液組成

Table 1. Composition of nutrient solution used for cuttings of water convolvulus.

肥料鹽 Salts	重量 Weight (me/l)	濃度 Concentration (me/l)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	708	6			6		
KNO_3	1,010	10		10			
$NH_4H_2PO_4$	228	2	6				
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	492					4	4

2. 不同K：Ca比例對蕹菜生育及培養液變化之影響

由上述不同濃度試驗結果，以所適合之濃度做成同樣濃度而不同鉀：鈣比例之三種配方行試驗（表2）。培養液之消耗以同樣濃度補充之。並調查其生育和收穫情形，及培養液之pH和EC的變化。

以所得試驗結果於本省臺北縣樹林鎮、臺中市、高雄縣旗山鎮三處農家行地區試作，栽培法採浮根式。養液組成濃度以 NO_3-N 10、P 4、K 7、Ca 3、Mg 2 me/l，行周年產量調查。

表2. 供給不同K：Ca比例養液組成表

Table 2. Different K/Ca ratios of nutrient solution used for experiment.

肥料鹽 Salts	K/Ca (me/l)		
	4/6	7/3	5/5
KNO_3	4	7	5
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	6	3	5
$NH_4H_2PO_4$	4	4	4
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	2	2	2

3. 不同 NO_3/NH_4 比率對蕹菜生育之影響

以試驗 2 之適合培養液，將其氮源分成 NO_3：NH_4 比率爲10：0、8：2、6：4、4：6四處理（表3），而其pH分別爲7.7、7.5、7.4、7.1，E C則分別爲1.70、1.81、2.06、2.05mS，顯示NH_4-N比率高者，其培養液pH較低，而EC較高。而此E C較高之原因當爲其所含鹽類溶解度之差異所致。所消耗之養液以同樣組成補充之，然後調查其生育和收穫情形，及培養液之pH和EC之變化。

表3. 不同NO_3/NH_4比率培養液濃度與pH、EC

Table 3. Different NO_3/NH_4 ratios and pH, EC of nutrient solution used for experiment.

肥料鹽 Salts	NO_3/NH_4 (me/l) 10/0	8/2	6/4	4/6
KH_2PO_4	1 mM	1 mM	1 mM	1 mM
KNO_3	4	4	4	4
$Ca(NO_3)_2$	1.5	1	0.5	0
$MgSO_4$	1	1	1	1
$CaCl_2$	0	0.5	1.0	1.5
$(NH_4)_2SO_4$	0	1	2	3
$NaNO_3$	3	2	1	0
Microelements: Fe 3, B 0.5, Mn 0.5, Zn 0.05, Mo 0.01 ppm				
pH	7.7	7.5	7.4	7.1
EC (mmho)	1.70	1.81	2.06	2.05

上述試驗1和2（農家試作部分除外）以萬能網爲浮媒體，試驗3則以保麗龍板爲浮媒體，其上覆蓋吸水性不織布（厚2mm)和尼龍布，使成毛細吸水狀態，種子直播於尼龍布上，後以稻殼爲介質（圖1）。以上三試驗之微量要素之濃度皆依 Hoagland and Arnon 配製。

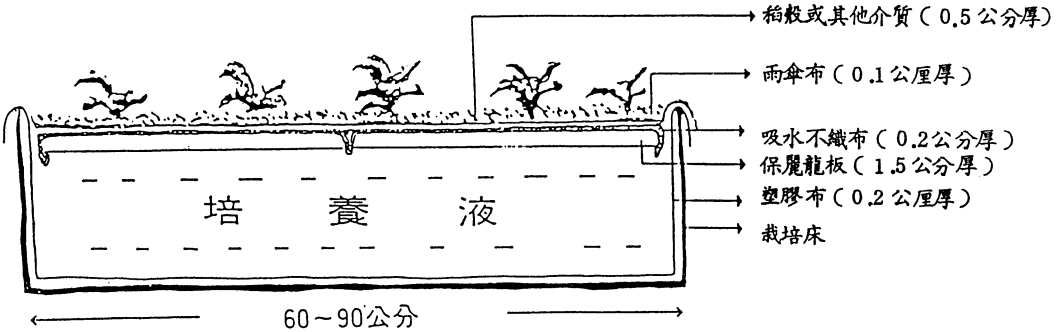

圖1. 浮根式水耕葉菜類栽培縱剖面

結果與討論

一、不同培養液濃度對蕹菜扦插苗生育之影響

蕹菜的扦插苗於9月13日扦插於不同濃度的 Hoagland 和 Arnon 培養液中，自9月27日起至10月17日止計收穫三次。扦插時各處理爲12株，其收穫量分別如表4和表5。總收量及分蘖數皆以2.0mS/cm最高，其次爲3.0mS/cm。此2.0mS/cm濃度約爲 Hoagland 和 Arnon 的60%濃度。

表4. 不同培養液濃度對蕹菜收穫之影響（公克）

Table 4. Effects of different concentration of nutrient solution on yield of water convolvulus. (fresh weight)

日期 / 濃度	9/27	10/8	10/17	合計
3.0 mS/cm	89.2	182.2	25.7	297.5
2.0 mS/cm	125.1	185.6	74.0	384.5
1.0 mS/cm	79.7	80.3	15.6	175.6
0.3 (water)	17.5	10.7	7.8	36.0

表5. 不同培養液濃度對蕹菜分蘖數之影響

Table 5. Effects of different concentration of nutrient solution on tillers of water convolvulus.

日期 / 濃度	9/27	10/8	10/17	合計
3.0 mS/cm	28	43	8	79
2.0 mS/cm	28	45	16	89
1.0 mS/cm	23	29	10	62
0.3 (water)	15	8	6	29

二、不同K：Ca比例對蕹菜生育及培養液變化之影響

以 Hoagland 和 Arnon 培養液之60%濃度爲標準。原 NO_3-N 爲16 me/l，其60%時 NO_3-N 爲10 me/l。依山崎[5]之吸收成分組成以me單位計算時，通常NO_3-N≒K+Ca，即以鉀和鈣之濃度合計10 me，分成鉀：鈣比例分別爲4：6、7：3和5：5行試驗。經自5月11日到10月26日止約每隔二週收穫一次，結果顯示鉀：鈣比例爲7：3者產量最高，其次爲5：5，而4：6者最低（表6）。消耗水量以7：3最高，可能也與生長量有關。

表6. 培養液中之K與Ca比例對蕹菜產量和水消耗量之影響（株）

Table 6. Effects of different K：Ca ratios on yield and consume water of water convolvulus (per plant).

	K：Ca	8/28 —— 9/13	9/13 —— 9/25	9/25 —— 10/9	10/9 —— 10/26	Total
Yield (g)	4：6	27.15	23.85	25.34	31.20	107.54
	7：3	29.12	24.27	31.09	41.63	126.11
	5：5	23.49	28.67	30.68	33.35	108.19
Consume water (ml)	4：6	746.2	692.3	800.0	1,266.5	3,504.0
	7：3	888.0	666.7	1,013.3	1,066.7	3,634.7
	5：5	592.1	880.0	860.0	866.7	3,198.8

不同鉀：鈣比例之培養液於栽培期間之pH和EC變化如圖2，EC之變化三種比例皆有逐漸微升現象，而以鉀：鈣比例爲4：6者於後期EC呈現較高的趨勢。而7：3和5：5呈平穩而微升。pH方面同樣三種比例皆逐漸微降，但是以鉀：鈣比例爲7：3者較爲穩定，而4：6和5：5之下降幅度較大。以EC和pH之變化而言，鉀：鈣比例爲7：3者較爲穩定。依山崎以日本園藝試驗場處方行番茄的n/w計算之濃度其NO_3-N和K之n/w較大，而Ca之n/w較小時，因培養液中NO_3-N和K的被吸收多，而剩下較多的鈣，因此其pH易變高。相反時，則pH降低。本試驗以鉀之較高濃度而鈣較低濃度爲培養液時，pH呈現在適宜的範圍內穩定變化。因此蕹菜應屬於好鉀適應作物。

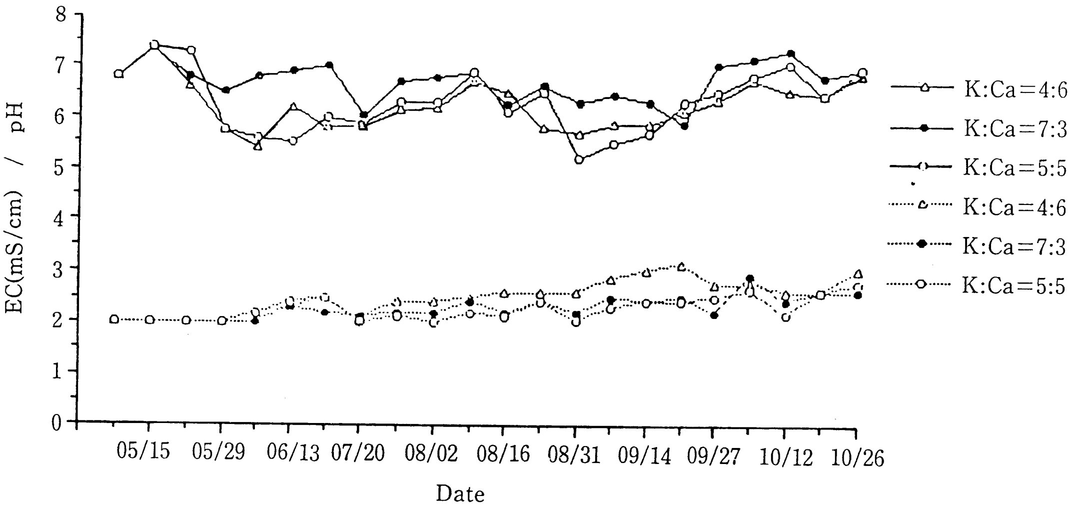

圖2. 不同鉀鈣比例對蕹菜培養液的pH和EC變化

Fig. 2. Changes of pH and electrical conductivity (E.C.) of different K : Ca ratios nutrient solution during the growing period of water convolvulus.

根據上述蕹菜之收穫量和培養液pH和EC之變化，可知其適合之養液組成NO_3-N、P、K、Ca、Mg分別爲10、4、7、3、2me/l。以此組成濃度於全省北、中、南部三處行農家試作，結果該項培養液可保持其pH和EC之穩定，繼續使用一年不必調整培養液之酸鹼度和濃度。蕹菜自播種後採收其主枝或側枝，其收穫情形如表7。南部年收24次，中部收23次，北部收18次，平均每平方公尺收穫量分別爲43.2、35.4、29.7公斤。於夏天高溫生長愈爲迅速，冬天則於設施下也變成可生產，可謂目前葉菜類收穫次數和產量最高之作物，已可成爲一種植物工場形態出現。

表7. 水耕蕹菜地區別之收穫調查

Table 7. Harvesting investigation of water convolvulus grown under root-floating hydroponics at different areas.

地區 Areas	期間 Duration	收穫日期 No. of days harvesting	次數 Times	每次產量 Yield (kg/m²)	總產量 Total yield (kg/m²/year)
高雄	4-10	10-13	17	1.80	43.2
(陳榮修)	11-3	18-20	7		
臺中	4-10	10-14	16	1.54	35.4
(饒建池)	11-3	20	7		
臺北	4-10	13-15	12	1.65	29.7
(王加福)	11-3	24-25	6		

三、不同 NO_3/NH_4 比率對蕹菜生育及培養液變化之影響

以氮素之濃度 10 me/l 爲標準，將氮源分爲硝酸態氮源和氨態氮源。其比率分別爲10：0、8：2、6：4、4：6四種試驗。結果顯示，夏播於5月1日起開始收穫，大致二週左右可採收一次，到10月18日止計採收13次。於初期產量顯示培養液中含有NH_4-N者收穫較高。以平均每平方公尺產量可看出以NO_3/NH_4爲6：4者產量最高，其次爲8：2，再次爲4：6，而以10：0者最低（表8）。秋冬播者於11月18日開始收穫，每隔約17-21天收穫一次。其每平方公尺之收穫量則以 NO_3/NH_4 爲4：6最高，而6：4其次，10：0和8：2再次之（表9）。由表10乾物率之差異顯示，對葉片而言，隨 NH_4 之比率增加時乾物率增加，但是過高的 NH_4 比率時反而降低。顯示 NO_3/NH_4 適當比率之混合，NH_4-N 之同化可得到促進。

表8. 培養液中之 NO_3 與 NH_4 比率對夏作蕹菜收穫量之影響（公克/m²）

Table 8. Effects of ratios of NO_3/NH_4 nutrient solution on the yield of water convolvulus grown in summer (g/m²).

	Date													
NO_3:NH_4	05/01	05/15	05/30	06/13	06/27	07/13	07/27	08/09	08/23	09/06	09/20	10/04	10/10	Ave
10：0	1233.3	2047.6	2785.7	1666.7	1800.0	2571.4	3428.6	771.4	1928.6	1928.6	1371.4	1285.7	685.7	1808.1
8：2	1714.3	2714.3	2714.3	1761.9	2571.4	2142.9	3428.6	1200.0	1714.3	1842.9	1697.1	1714.3	1588.7	2061.9
6：4	1809.5	2333.3	2866.7	2238.1	2447.6	2957.1	3257.1	985.7	2014.3	2785.9	1371.4	1585.7	1457.1	2328.6
4：6	1904.8	2238.1	3285.1	1571.4	1114.3	1414.3	2100.0	342.9	1071.4	1328.6	2314.3	2400.0	1414.3	1703.8

表9. 培養液中之 NO_3 與 NH_4 比率對秋冬作蕹菜收穫量之影響（公克/m²）

Table 9. Effects of ratios of NO_3/NH_4 nutrient solution on the yield of water convolvulus grown in autumn-winter (g/m²).

	Date					
NO_3：NH_4	11/18	12/09	12/30	1/17	02/03	Ave
10：0	823.8	1076.2	1161.9	1371.4	1371.4	1160.9
8：2	857.1	1352.4	695.2	1542.9	1028.6	1095.2
6：4	838.1	1714.3	1371.4	1200.0	1285.7	1281.9
4：6	409.5	1477.6	1477.6	1714.3	1628.6	1329.5

表10. 培養液中之 NO_3 與 NH_4 比率對蕹菜植物體乾物率之影響（%）

Table 10. Effects of different NO_3/NH_4 ratios on percent of dry weight of water convolvulus (%).

		Date													
	NO_3:NH_4	05/01	05/15	05/30	06/13	06/27	07/13	07/27	08/09	08/23	09/06	09/20	10/04	10/18	Ave
葉	10：0	8.57	8.23	7.90	7.65	8.30	9.20	—	6.901	8.08	8.05	8.60	7.84	8.05	8.11
	8：2	8.20	8.70	8.61	7.60	7.82	8.81	—	6.75	8.84	7.80	9.48	7.92	7.73	8.19
	6：4	7.92	7.62	6.72	7.43	8.07	8.90	—	8.01	9.31	7.80	7.74	6.74	7.64	8.47
	4：6	7.16	6.78	7.91	6.99	8.71	9.94	—	7.62	9.92	9.22	7.86	8.38	8.47	8.25
莖	10：0	5.65	5.83	4.68	4.70	4.50	5.05	—	4.23	4.28	5.08	4.80	4.80	5.13	5.30
	8：2	4.25	6.53	4.54	5.06	5.69	5.67	—	4.78	5.47	5.93	4.19	4.38	4.54	5.50
	6：4	4.56	6.30	4.51	5.76	4.91	4.44	—	4.99	6.40	4.83	4.23	4.08	4.50	5.37
	4：6	4.19	4.62	5.66	6.13	6.89	5.88	—	6.41	6.91	6.67	4.65	4.34	4.46	5.57

夏季栽培時，其pH和EC之變化經每週測定結果，培養液中含較高NH_4者，pH 有降低的趨勢（如圖3），而以 NO_3/NH_4 比率爲4：6者變化大，多次降低至pH 4 左右，其pH值下降時，以原來養液桶內培養液補充後，雖可提高其 pH，但是經一段時間仍是下降。而NO_3/NH_4比率爲8：2和6：4者，雖pH微降，但仍保持相當之穩定的狀態。在EC方面，則顯示出皆逐漸上升的現象，其不同比率間雖然沒有很大差別，但是以高NH_4者其EC愈高，隨NH_4低而EC也較低。EC增高乃因夏季溫度高，作物蒸發散速率提高，造成水分吸收增加，使得培養液濃度逐漸上升，由試驗1得知，最適宜之培養液濃度應爲 2.0 mS/cm，然爲維持本試驗條件一致，未予調整，導致EC偏高。

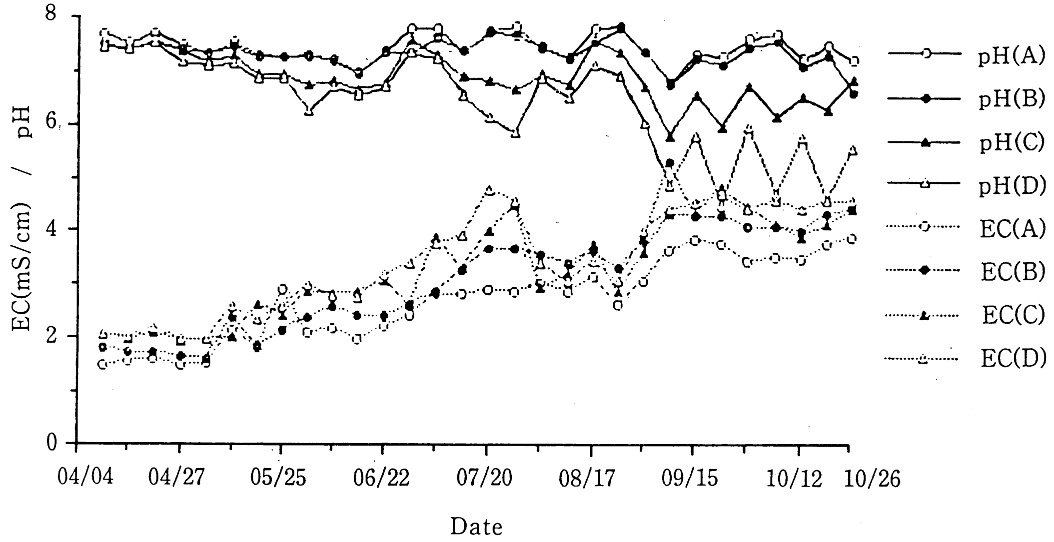

圖3. NO_3/NH_4 比率對夏作蕹菜培養液pH和EC之變化

Fig. 3. Changes of pH and EC at different ratios of NO_3/NH_4 nutrient solution during the growing period of water convolvulus in summer.
NO_3：NH_4 A. 10：0, B. 8：2, C. 6：4, D. 4：6

秋冬季栽培時，其 NO_3/NH_4 比率間pH皆顯示較穩定，雖然4：6者其曾一度降至pH 4.3，但是其他時期都維持在中性，pH約在7左右（圖4）。EC方面四種比率皆幾乎呈水平線的穩定狀態，含NH_4高者雖有略高現象，可能爲其肥料以硫銨組成，使養液有多量SO_4^{2-}，但是大致與所供給培養液濃度平衡。

NO_3/NH_4 對蕹菜生育上得知，以適當比率可增加其產量，然而夏季培養液中含 NH_4 高比率時造成pH下降，對生育上不良。秋冬季則以 NH_4 高比率者，其收穫最高，同時並不影響其pH之下降。不同氮源形態對作物種類有不同的生育反應[14,15,18,19,20]。蔬菜之生育以 NO_3 和 NH_4 併用比 NO_3 單獨使用生育較好。然而以NH_4單獨施用時易引起生理障害。同時，由於以NO_3吸收後，仍需還原爲NH_4，而還原的過程得要消耗能源。NH_4吸收後就直接可同化利用，比較NO_3之氮源利用快。由於NO_3之還原酵素的活性有強烈的依賴光的存在，於弱光條件下其活性降低，影響NO_3之還原效率。安井、本田[8]以番茄和胡瓜爲材料，探討照度和氮形態之關係指出，於秋冬季的栽培，弱日照條件下爲維持其生長勢，在培養液中添加適當的NH_4-N得到良好的生育效果。番茄之NO_3：NH_4比率約爲5：1，而胡瓜則以3：1。鳳山熱帶園藝試驗分所之洋香瓜試驗則以10：2爲適宜[3,4]。

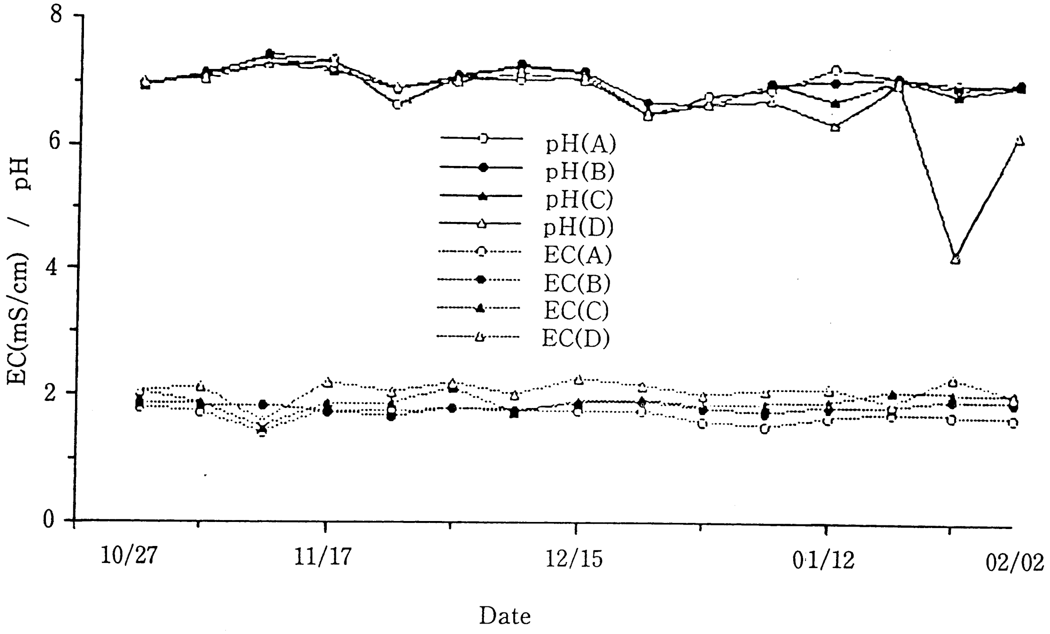

圖4. NO_3/NH_4 比率對秋冬作蕹菜培養液pH和EC之變化

Fig. 4. Changes of pH and EC at different ratios of NO_3/NH_4 nutrient solution during the growing period of water convolvulus in autumn-winter.
NO_3:NH_4 A. 10：0, B. 8：2, C. 6：4, D. 4：6

培養液中如僅以NO_3爲氮源時，其pH常有上升的傾向。以NH_4爲氮源時，則有下降的傾向。但是培養液之pH變化，也可因適當的NO_3和NH_4比率，使其變化減少。池田[14]指出胡瓜和萵苣爲NH_4-N優先吸收作物，培養液中無論NO_3和NH_4的比率是多少，只要有NH_4的存在，其pH仍是下降，而菠菜和蕪菁爲NO_3-N優先吸收作物，於NO_3和NH_4比率爲10：2-8：4時，可保持pH而不致發生變化。

本試驗如圖3和圖4所示，無論夏作或秋冬作NO_3：NH_4爲8：2或6：4其pH皆呈穩定。因此，蕹菜也可以適當比率使pH不致發生變化。但夏季其比率提高至4：6時，則pH有下降情形之發生。因此，夏作蕹菜之NO_3：NH_4比率以6：4爲宜，而秋冬季光照不足時比率可增加爲4：6。

結　論

綜合上述有關蕹菜培養液之濃度N、P、K、Ca、Mg之濃度爲10、4、7、3、2 me/l爲標準時，爲整年栽培需要，於夏季栽培時可略降低其整體濃度之必要，而氮源NO_3/NH_4比率宜低6：4，秋冬季則可維持該項濃度標準，並在氮源上可增加NO_3：NH_4爲4：6。

參考文獻

1. 沈再發　1986　數種蔬菜水耕栽培初步試驗　夏季蔬菜研討會專輯　193-212　桃園區農業改良場編印。
2. 沈再發　1987　葉萵苣浮根式水耕之養分吸收　中華農業研究　36(4)：372-380。
3. 沈再發　1989　NO_3/NH_4比率和養液深度對溫室洋香瓜生育之影響　中華農業研究　38(1)：53-71。
4. 沈再發、許淼淼　1990　溫室洋香瓜水耕之養分吸收研究　中華農業研究　39(1)：55-64。
5. 山崎肯哉、鈴木芳夫、篠原　溫　1976　そ菜の養液栽培に關する研究特に培養液管理とみかの吸收濃度に就て　東教大農紀要　22:53-100。

6. 山崎肯哉　1982　養液栽培全編　博友社　日本東京　1-241pp。
7. 山崎肯哉　1966　礫耕の經過と進路　農業技術　21(3)：1-4。
8. 安井秀夫、本田籐雄　1982　野菜の生育制御に關する生態學的研究の生長に對する光と窒素形態の影響　野菜試報　C6：1-19。
9. Cooper, A. 1979. The ABC of NFT. Grower books, London. 50-61pp.
10. De classen, M. E. J. and G. G. E. Wilcox. 1974. Effect of nitrogen form on growth and composition of tomato and pea tissue. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 : 171-174.
11. Hewitt, E. J. 1966. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Technical Comm. NO. 22 Commonwealth Agric. Bureau Farnham Royal Bucks, England.
12. Hoagland, D. R. and D. I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Expt. Sta. Circ. 347; The College of Agriculture, Univ. of Calif., Berkeley. 32pp.
13. Ikeda, H. and T. Osawa. 1981. Nitrate and ammonium-N absorption by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50 : 225-230.
14. Ikeda, H. and T. Osawa. 1983. Effects of ratios of NO_3 to NH_4 and concentrations of each N source in nutrient solution on growth and leaf N constituents of vegetable crops and solution pH. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 52 : 363-380.
15. Ikeda, H. and T. Osawa. 1984. Lettuce growth as influenced by N source and temperature of the nutrient solution. Proceedings 6th international congress on soilless culture. 273-284.
16. Iwata, M. and T. Taniuchi. 1953. Influence of forms of nitrogen supplied on the growth of vegetable crops. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 22 : 183-191.
17. Kirby, E. A. and K. Mengel. 1967. Ionic balance in different tissue of the tomato plant in relation to nitrate, urea, or ammonium nitrogen. Plant Physiol. 42 : 6-14.
18. Maynard, D. N. and A. V. Barker. 1969. Studies on the tolerance of plants to ammoniun nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 235-239.
19. Pill, W. G. and V. N. Lambeth. 1977. Effect of NH_4 and NO_3 nutrition with and without pH adjustment on tomato growth, ion composition, and water relations. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 : 78-81.
20. Pill, W. G., V. N. Lambeth and T. M. Hinckley. 1978. Effect of nitrogen form end level on ion concentrations, water stress and blossom end rot incidence in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103 : 267-278.
21. Resh, H. M. 1978. Hydroponics Food Production. Woodbridge Press Publishing Co., Santa Barbara, CA., 287 pp.
22. Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. Proc. 6th Int. Cong. Soilless Culture. p. 633-650.
23. Sonneveld, C. and C. de Krey. 1986. Nutrient solution for vegetables and flowers growing in water or substrate. Voeding-soplossingen glastuinbow. No. 8. 1-30pp.

Studies on nutrient solution of water convolvulus

Tzay-fa Sheen and Miao-miao Hsu

Summary

Concentration of nutrient solution were tested for water convolvulus. The results presented that the highest yield was obtained NO_3-N 10, P 4, K 7, Ca 3, Mg 2 me/l.

The effect of NO_3/NH_4 ratios (10：0, 8：2, 6：4, 4：6) on the yield showed that plants supplied with NH_4 increased the yield dramatically. However, the supplied solution with high NH_4 as a result pH decreased gradually in summer seasons. It is suggested that NO_3/NH_4 ratio should not be greater than 6：4 in the summer, but the concentration can be increased to 4：6 in winter times.

Key words：nutrient solution culture. water convolvulus

---

1. Contribution No. 1594 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Parts of study was sponsored by grant from NSC78-0409-B055a-03.
3. Director and assistant, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI.